

最新의 通信傳送技術의 現況과 展望—(I)

The present status and future perspective of the latest
communication transmission technology

曹 圭 心*
Cho, Kyu Shin

Abstract

The communication transmission engineering plays the most important role in electrical communications engineering. Recently, it has been making remarkable progress as an infrastructure supporting informationaged society. Specially, the start of television conference and service of high speed digital transmission can be said it is announcing a raising curtain of high speed broad band age. Together with high speed broad band service needs a capacity as much as several or several hundred times of telephone with one circuit, various kinds of service forms are anticipated to emerge, it is anticipated to give a big impact to the way of future communications network. At present, telecommunication network is transforming telephone voice information by analog technology into a flexible higher system disposable of a variety of information such as pictures or data other than telephone by the introduction of digital technology. Consequently, the development of hereafter for the following respective technologies is desired.

物質, 에너지-, 情報은 生活의 三大資源이라 일컬어지고 있으나, 近年에 이르러 특히 情報의 重要性은 날이 갈수록 增大하고 있다. 今後는 더욱더 「情報를 制壓하는 것이 世界를 制壓한다」라는 추세에 있는것 같은 생각이 든다.

本論文에서는 다같이 情報를 취급하는 電子技術, 情報技術, 通信技術中에서 특히 그 特徵, 目的, 歷史, 現狀, 將來에 對해서 展望한다.

컴퓨터技術의 급속한 발달에 의해 社會가 高度 情報化社會에로 급격히 회진하고 있는 今日, 情報技術의 발전과 더불어 通信技術이나 電子技

術의 內容도 적지않게 變化하고 있다. 이와같은 狀況의 속에서, 現在는 물론 將來 이들 方面을 지향하는 學生 또는 技術者들이 複雜化하고 細分化하고 있는 이들 學問 또는 技術의 內容을 충분히 파악하지 못하고 방황하고있는 狀況을 종종 볼수 있다. 本文은 이와같은 現況을 고려에 넣어, 이 分野를 배우려는 學生 또는 技術者의 指針이 되도록 정리한 것이다.

本文은 이들中 通信傳送技術(通信傳送工學이라해도 可)의 全體를 展望해왔으므로 通信傳送技術의 全體像을 알수있으며, 社會로 나가는 學生

* 通信技術士(電氣通信) 東亞엔지니어링株式會社 常任顧問

또는 社會에서 일하고 있는 技術者에게 有益한 情報源이 될수 있다고 믿는다.

1. 有線과 無線

(1) 通信傳送

通信傳送工學은 電氣通信工學중에서도 가장 主要한 役割을 가지고 있다. 즉, 그 役割은 音聲, 畫像, 데이터등의 여러가지 情報를 傳送者로부터 受信者로 틀리지 않고 迅速하게 여기에다 效率 좋게 傳하지 않으면 안된다는 것이다. 이와 같은 情報를 傳하는 通信網이 全世界에 그물처럼 퍼져있다. 이 通信網에는 1개의 區域內의 電話를 相互로 結合하는 市內電話網, 相異한 區域을 結合하는 市外電話網, 國際間을 結合하는 國際電話網등이 있다. 送信者로부터 受信者까지의 情報의 흐름을 나타내는 通信系의 모델을 그림 1에 표시한다. 送信者의 情報를 電氣信號波形式으로 만들어 受信者에 傳送하는 것인데, 이것은 이 波形式의 形態에 따라 크게 ана로그通信과 디지털通信으로 分別된다. 從來의 通信은 거의가 ана로그通信이었으나, 近年에 이르러 컴퓨터間的 通信처럼 送受信者의 情報 그자체가 디지털情報라든가, IC와 各種의 디지털技術의 發達등으로 인해 通信技術의 主體는 점차로 디지털通信으로 옮겨가고 있는 중에 있다. 그림 1에 있어서 送信者로부터의 情報는 交換機로 들어가 通信網속에서 適切한 通路가 선택된다. 交換機로부터의 信號는 變調器로 들어가, 필터등으로 冗長(용장)成分은 삭제되어, 다음에 이어지는 傳送路에 적합한 波動으로 變換되기도 하고, 移動化된다. 이 移動化에는 周波數分割方式과 時分割方式이

있으며, 여러가지 變調法이 提案되어 實用化되어 있다. 傳送路는 그 媒體의 性質에 따라 크게 有線傳送路와 無線傳送路로 分類되고, 各各에 對한 通信形態는 有線通信과 無線通信으로 불리운다. 情報의 劣化는 傳送路의 雜音이나 歪曲(왜곡)때문에 그 大部分이 이 傳送路에서 생긴다. 長距離傳送系에서는 傳送路의 損失 또는 찌그러짐(歪)으로 인해 波形이 찌그러지므로 이것을 修正하는 中繼器가 適當한 間隔으로 挿入되어 있다. 이 傳送路에 의해 傳해진 信號는 復調器에 의해 본래의 信號로 회복되며, 다시 交換機를 거쳐서 指定된 受信者로 傳해진다. 이와같이 하여 受信者는 送信者의 情報를 얻는다.

(2) 有線通信

말할것 없이, 有線通信은 傳送媒體로서 케이블(cable)을 使用하는 것을 말한다. 이때문에 後述의 無線通信과 비교해서 質이 좋은 通信을 할 수 있다. 즉, 空中의 雜音이나 氣候로 인한 영향이 적다. 한편 通信品質의 劣化와 原因으로서는 傳送媒體에도 인하는 것이지만, 主로 雜音, 傳送路의 찌그러짐(歪), 漏話등이다.

傳送方式도 그 傳送媒體나 傳送距離에 의해 定해지며, 裸線搬送方式, 短距離搬送方式, 裝荷케이블方式, 無裝荷케이블方式, 同軸케이블方式, 光화이버케이블方式, 電力線搬送方式등이 있다. 各方式에 있어서의 1傳送路當의 通路路(채널) (CH) : 1CH는 CCITT(國際電信電話諮問委員會) 勸告로 300Hz~3.4kHz의 周波數帶域)數, 最高周波數, 中繼區間은 各各 短距離搬送方式이 8~12CH, 60kHz, 9km, 無裝荷케이블方式(F-6)이 6CH, 24kHz, 50km, 同軸케이블方式(C-60M)이 10,800CH, 60MHz, 1.5km 등이다. 光화

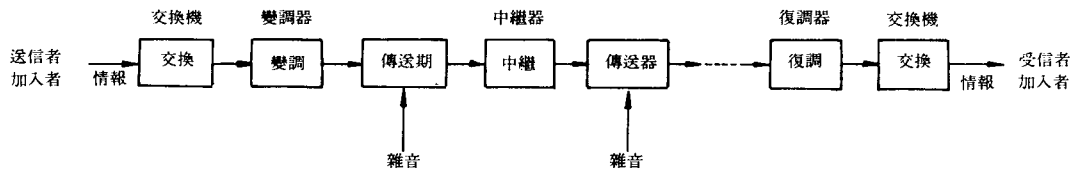


그림 1 通信傳送系의 모델

이버 방식의 경우, 長距離傳送은 디지털信號에 의하는 것으로, 그 傳送速度는 97Mb/s, 32Mb/s 등, 中繼間隔은 10~15km 이나, 中繼區間은 300km 라는 實驗報告도 있다.

(3) 無線通信

(1)에서 기술한 바와같이 無線通信은 傳送媒體로서 自由空間을 使用하고 있다. 따라서 情報은 電波(電磁波)에 실어서(없어서) 傳送된다. 그 主된 傳送方式로서는 마이크로波方式, 衛星通信方式 등이 있다. 此外에, 우리 家庭에서 利用하고 있는 雷디오나 TV 放送등은 電波의 形으로 情報가 傳해진다. 通信用의 電波는 周波數에 따라 長波(1~100kHz), 中波(100kHz~1.5MHz), 短波(1.5~30MHz), 超短波(30~300MHz), 極超短波(300MHz 以上), 마이크로波(1,500MHz~30GHz), 米리(mili)波 등이다. 無線通信은 有線通信에 比較해서 通信狀態가 安定하지 않다. 그러나 有線에서는 災害등의 경우에 케이블이 切斷된다는가하면 通信을 할 수가 없지만, 無線의 경우 中繼局이나 端局이 無事하면 通信은 可能하다. 無線通信의 祕密保護에서는 有線이 더 나으며, 無線의 경우는 困難하다. 無線通信이 品質劣化의 原因의 主된 것은 웨이딩, 데린저現狀, 磁氣嵐 등이 있다. 웨이딩은 主로 電離層의 變化로 인해 생기며, 이것을 輕減하는 方法에 다이버시티 受信이 있다. 또 데린저現狀이나 磁氣嵐은 太陽活動으로 인해 생긴다. 變調器로부터의 信號를 空中으로 電波로서 送出하기도(放射한다) 하고, 電波를 받기도하는 素子를 안테나(antenna)라고 말한다. 電磁波의 存在를 實驗적으로 實證한 H.R. Hertz의 다이폴(dipole)안테나는 너무나도 有名하다. 이以外에, 周波數帶등에 따라 여러 種類의 크기, 形狀의 것이 證明되어 있다. 東洋에서는 日本의 八木秀次博士가 發明한 八木안테나(Yagi antenna)가 널리 알려진 안테나이다.

2. 傳送媒體

情報電氣信號를 傳하는 傳送路에 關해서 조금

언급하였지만, 여기에서는 그중에서 主要한 것에 對해서 記述한다.

(1) 市外케이블

構造的, 電氣的으로 2本の 線이 對稱한 케이블을 平衡케이블이라 말한다. 市外케이블은 이 平衡케이블의 一種이며, 直徑이 0.65mm 등의 導線을 紙 또는 포리에치렌으로 絶緣되어있다. 이 케이블은 音聲回路 또는 2線式短距離搬送回線에 사용되며, 120kHz 以下의 周波數에서 사용된다.

(2) 裝荷케이블

通常의 平衡케이블은 그 損失이 周波數의 平方根에 比例해서 增大한다. 이때, 線路의 인덕턴스(inductance) 成分을 增加시키면(이것을 裝荷한다라고 말하며, 數Km 마다에 數mH의 코일을 挿入하는 方式을 集中裝荷라고 말한다) 損失이 大幅으로 減少한다. 이와 같은 케이블을 裝荷케이블이라 한다. 이 케이블은 低周波帶域(3~4kHz)의 損失은 적으나, 高周波帶에서는 逆으로 增大한다. 이 裝荷케이블은 헤비사이드(Heavyside)의 關係式을 기초로하여 M.푸핀(Pupin)이 證明한 것으로 當時는 이것없이 長距離通信은 不可能하다고 생각하고 있었다.

(3) 無裝荷케이블

通常의 市外케이블은, 損失이 많고 漏話가 크기때문에 長距離이고 高周波의 通信에는 適合하지 않다. 그래서 이點을 改善하여 高周波(500kHz)까지 使用할 수 있게 精密히 만들어진 無裝荷케이블이라 한다. 이 케이블을 使用한 長距離多重通信方式을 無裝荷케이블方式이라고 말하며, 이것은 日本의 松前博士의 發明에 依한 것이다. 이에의해 通信工學은 크게 進步했다.

(4) 同軸케이블

平衡케이블은 開放的인 構造를 하고 있기때문에, 回線間의 結合은 避할 수 없다. 이것에 對해서 同軸케이블은 그림 2(a)에 표시하듯이 內部中心導體를 外部導體가 둘러싸는 構造를 하고있으며, 케이블外部에 對해서 그들 內部中心導體를 차폐(遮蔽)하기때문에, 高周波에 있어서의 漏話는 거의 없다. 高周波에 있어서의 損失도 적고,

數+MHz의 周波數帶域까지 使用할 수 있다. 現在의 우리나라의 主要幹線에는 이 同軸케이블이 使用되고 있다. 同軸케이블은 S.A.쉐르노크(Shernock)에 의해 證明된 것이다.

(5) 光화이버 케이블

光화이버케이블은 그림 2(b)에서 나타내는 것과 같이 코어(core)라고 불리는 屈折率이 높은 유리(glass)의 中心層을 크래드(clad)라고 불리는 코어보다도 低의 屈折率의 유리의 外層을 싸는 構造를 하고있다. 이때문에 光은 코어와 크래드의 境界面에서 全反射하면서 코어內를 傳搬한다. 화이버는 大別해서 單-모-드와 多모-드로 分別한다. 多모-드·화이버에는 스텝인덱스(step index)型和 그레이디드인덱스(graded index)型이 있다. 單-모-드화이버드는 多모-드의 그것보다 10GHz以上の 넓은 帶域幅(廣帶域幅)을 갖지만, 코어의 直徑에 數 μm 라는 小徑이므로 取扱하기 어렵다. 損失은 1.3~1.6 μm 의 波長帶에서 0.3dB/km라는 同軸케이블(7.5dB/km)에 比較한다면 현저하게 少이다. 材料는 그대부분이 石英유리이다.

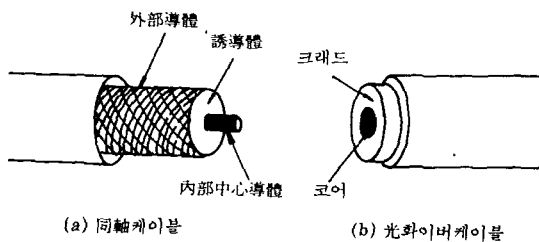


그림 2 同軸케이블과 光화이버케이블

以上, 主된 傳送媒體를 들었는데, 이 以外에 1節에서 기술한 自由空間, 導波管, 表面波傳送線路, 스트립線路등이 있다.

3. 變復調方式

通信傳送系에 있어서는 傳送媒體를 效率的으

로 利用하기 위해서 傳送해야할 情報信號에 一定의 變換을 해주는 일이 행하여 진다. 이것을 一般으로 變調(modulation)라 부르고 있다. 또 傳送된 信號로부터 本來의 情報信號를 抽出하는 變調와 逆의 操業을 復調(demodulation)이라 말한다. 變調過程에서는 傳送하는 情報를 나타내는 變調信號와 變調信號를 運搬하는 役할을 수행하는 搬送波(carrier)의 2개의 要素가 必要하며 變調波가 搬送波에 무엇인가의 操業을 해줘서 그 結果, 目的으로하는 被變調波가 얻어진다. 搬送波에는 變調信號와의 分離가 쉬운 波形이 골라지며, 單一周波數의 正弦波가 一般的이지만, 다른 連續波 혹은 펄스列로 이루어지는 離散波形이 使用되는 일도 있다. 또, 傳送하는 情報가 連續信號이고 變調後의 信號속에 그 連續量이 保存되어있는 것을 애나로그變調, 다른한편, 傳送하는 情報가 디지털信號인가 또는 애나로그信號인가에 關係없이 變調過程에서 量子化가 行해져 彼變調波形에 離散量이 포함되어 있는 것을 디지털變調라 한다.

搬送波가 單一正弦波의 경우, 變調信號에 의해 可變하면 파라미터(parameter)의 種別로부터 振幅變調(amplitude modulation : AM), 周波數變調(frequency modulation : FM), 位相變調(phase modulation : PM)가 基本으로 된다. 振幅變調는 또다시 側帶波의 傳送形態에 의해, 兩側帶波(double side band : DBS), 單側帶波(single side band : SSB), 殘留側帶波(vestigial band : VSB)의 各變調方式으로 分別된다. 또 變調信號가 디지털信號의 경우에는 시프트키(shift keying)이라 말하며, ASK(amplitude shift keying), FSK(frequency shift keying), PSK(phase shift keying), APSK(amplitude phase shift keying) 등이 있다. 各變調方式에 對한 復調方法에는 여러種이 있으나, 振幅變調에서는 同期檢波, 包絡線檢波, 位相變調에서는 同期檢波, 遲延檢波가 基本으로 된다.

또 한편, 搬送波가 脈列인 變調方式을 脈列變調라 부른다. 變調信號의 振幅에 應해, 搬送波脈列의 振幅을 變調하는 脈列振幅變調

(pulse amplitude modulation : PAM), 펄스位置를 可變으로하는 펄스位置變調(pulse position modulation : PPM), 펄스幅을 可變으로 하는 펄스幅變調(pulse width modulation : PWM) 등이 있으며, 이것들은 어느것이나 애나로구變調이다. 이것에 對해, 變調信號의 離散值를 펄스數로 表示하는 펄스數變調(pulse number modulation : PNM), 또 一般으로 2進符號등의 코드로 變換해서 表示하는 펄스符號變調(pulse code modulation : PCM)등의 디지털變調方式이 있다.

4. 傳送方式

傳送方式은 電氣通信網에 있어서 複數의 노우드(node) 間을 連結하여 링크를 構成하는 것이며, 必要로 하는 情報를 目的地에 効率的·經濟的 또한 忠實하게 傳送하는 것을 目標로 한다. 適用領域, 傳送할 수 있는 情報量, 傳送距離등에 따라 各種의 方式이 存在하며, 그것들은 長距離·大容量의 市外傳送路는 물론 近距離의 電話

局相互間 혹은 電話局과 加入者間을 連結하는 回線을 構成하기위해 使用된다.

傳送方式은 使用하는 傳送媒體에 따라 有線傳送方式과 無線傳送方式으로 大別되는데, 有線傳送方式은 傳送媒體로서 平衡케이블, 同軸케이블 혹은 近年에 進歩가 눈부신 光화이버케이블을 使用하는 것이다. 平衡對케이블은 加入者系나 近距離의 中小容量의 市外傳送路에, 또 同軸케이블은 주로 長距離·大容量의 市外傳送路에 適用된다. 또한 光화이버케이블은 그 뛰어난 特徵을 살려서 長距離에서부터 加入者系·局內線路 등까지 넓은 分野에 걸쳐 使用되고 있다. 無線送信方式에서는, 超短波로부터 마이크로波(M/W), 서브밀리波帶의 周波數가 使用되며, 適用領域도 固定通信을 加해, 衛星通信, 移動通信의 分野에도 침투해가고 있다.

또 傳送方式은 傳送하는 情報의 形態에 따라 애나로구方式과 디지털方式으로 分類되는데, 最近에는 傳送品質·經濟性·柔軟性 등의 點에서 優秀한 디지털方式이 많이 導入되어 있다. 애나로구 傳送方式은 變復調·多重化로 代表되

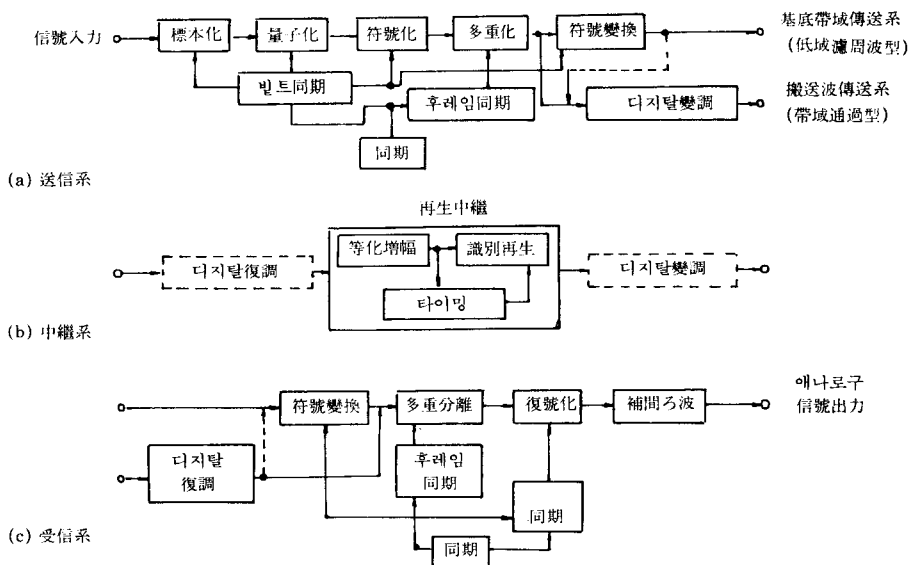


그림 3 디지털통신계의 기본構成

는 端局系 技術과 中繼增幅·等化 등의 廣帶域 傳送 技術을 基本으로 하는 것이다. 空間적으로 並列로 多數 있는 信號를 變調에 의해 周波數軸上에 直列로 진열하여 一括傳送하여, 受端에서 이것을 復調해서 本來의 空間的 並列信號를 얻는다. 이때문에 애나로그 傳送方式을 周波數分割 多重(frequency division multiplex : FDM)方式이라 일컫는다. 다른 한편, 디지털 傳送方式은 符號化·多重化·同期 등의 端局系 技術과 等化增幅·識別再生 등의 中繼傳送 技術을 基本으로 하는 것이며, 그 基本構成은 그림 3과 같다. 애나로그 情報를 PCM 符號化하여 多數의 信號를 時間軸上에 나란하여 一括傳送하고, 受端에서 이것을 分離·復號化하여 本來의 애나로그 情報를 얻는다. 애나로그 信號의 多重化를 FDM라 부르는데 對해, 디지털 信號의 多重化方法을 時分割 多重化(time division multiplex : TDM)라 한다.

5. 마이크로波 傳送

마이크로波(또한 밀리波도 可)란 名稱은 周波

數 數百 MHz로부터 數十 GHz(1~10cm의 波長의 電磁波)를 나타내며 極超短波라고도 한다. 廣義로는 波長이 10분의 數mm로부터 1m程度의 것을 포함해서 마이크로波라 부르고 있다.

周波數가 높기때문에 通信에서는 안정맞춤으로 周波數帶를 넓게 잡을 수가 있으며 大量의 情報傳達에 適合하다. 이 電磁波를 취급하는 技術, 工學이 왕성해진 것은 第二次世界大戰中이며, 레이더(radar)의 性能向上을 겨누어져 행해진 것이다. 第二次 世界大戰後, 그 技術은 公衆通信에 應用이 着手 되었으며, 그後 日本, 우리나라 등 소위 마이크로波 回線은 全國을 확장망라되어서 우리나라 通信의 幹線이 되어있다. 現在는 靜止衛星을 사용한 國際間, 國內間 通信에도 使用될 뿐만아니라 여러 分野에서 廣범위하게 利用되고 있다.

이 電磁波를 利用하여 情報를 傳達하는 境遇, 傳送媒體로서 空間을 利用하는 方法과 導體 또는 誘電體로부터 이루어지는 傳送線路를 사용하는 方法이 있다.

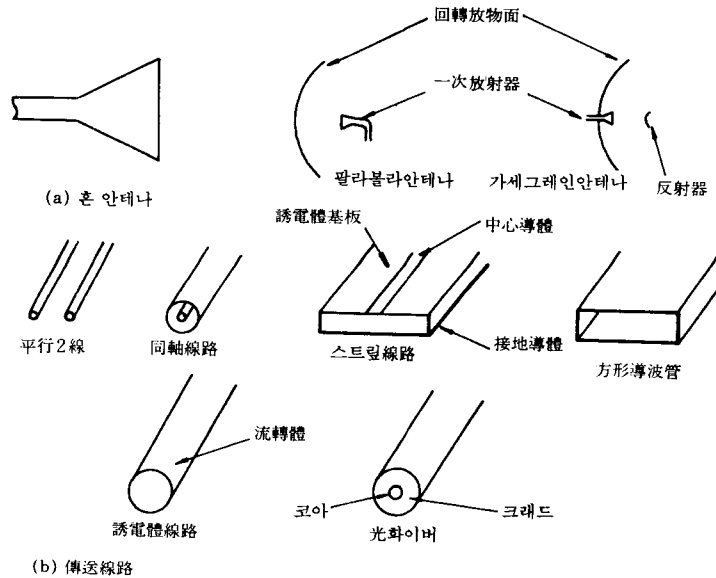


그림 4 안테나와 傳送線路

(1) 空間傳送

마이크로웨이브는 空間으로 放射하여, 空間內를 傳送시킬 경우, 어떻게 하면 空間으로 效率 좋게 放射할 수가 있는가, 혹은 空間으로부터 마이크로波를 포착할 수가 있는가를 생각하지 않으면 안되고, 나아가 空間內의 마이크로波의 特性도 고려할 必要가 있다. 空間에 放射하기 위해서 的 裝置를 送信안테나, 空間으로부터 포착하기 위해서 的 裝置를 受信안테나라 부르는 것은 周知하는 바이다. 代表的인 안테나로서 혼안테나(horn antenna), 팔라볼라안테나(parabola antenna), 가세그레인안테나(Gassegrain antenna)가 있다. 그림 4(a)는 각안테나의 側面圖를 나타낸 것이다.

혼안테나는 팔라볼 또는 가세그레인안테나의 一次放射器로서, 팔라볼라안테나는 地上公衆通信, 가세그레인안테나는 衛星通信등에 主要 使用된다.

마이크로波는 波長이 짧으므로 電離層이라 불리우는 層의 反射가 없으며, 直進하는 性質을 가지고 있다. 따라서 直接波에 의한 直視距離內의 傳搬에 限한다. 또 大氣中을 傳搬하므로, 雨, 雪, 雲 등의 減衰나 혼들림을 받는다.

(2) 傳送線路에 의한 傳送

傳送線路에는, ① 平行2線, ② 同軸線路, ③ 스트립線路, ④ 導波管, ⑤ 誘電體線路, ⑥ 光화이버등이 있다(그림 4(b)). ②, ③은 VHF帶以下의 低의 周波數에서 使用된다. ③, ④는 마이크로波帶에서 使用되며, 特히 ③은 MIC(microwave integrated circuit)用傳送路, 혹은 그것을 使用해서 製作되는 回路素子로 널리 使用되고 있다. 이 線路에는 低의 周波數에서는 TEM波(transverse electric and magnetic wave의 略語. 傳送方向으로는 電界나 磁界成分이 없는 波)에 가까운 波(準 TEM波)가 傳搬하고, 高의 周波數에서는 하이브리드·모우드 hybridmode(混成波)〔傳送方向으로 電界, 磁界成分이 存在하는 波〕. 마이크로波回路의 小型化, 輕量化, 低價格化라는 要望에 따라, MIC가 必要하다. ④는 送受信機와 안테나의 間의 線路로서 使用되고 있다. ⑤는

마이크로波라도 周波數가 高의 밀리波나 서브밀리波에서 實用되고 있다. ⑥은 2절을 참조하기 바란다.

6. PCM

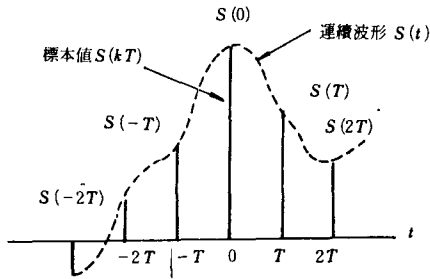
通信에서 취급하는 情報는 陰城信號, 畫像信號 등, 그 發生源으로부터는 時間的으로도 振幅上으로도 連續量인 ана로그信號(analog signal)로서 生成되는 것이 많다. 이 ана로그信號를 디지털信號로 變換하여 펄스로서 傳送하면, ана로그傳送에 比較해서 高品質의 傳送을 實現할 수 있다. 디지털傳送(digital transmission)에서는, 再生中繼機能에 의해, 1區間에서 받은 波形歪曲 및 外部雜音은 除去되며, 어느 一定值以上의 信號對雜音에 對해서 低符號誤率로 多中繼傳送이 可能하게 된다. 펄스符號變調(pulse code modulation : PCM)方式은 ана로그信號를 디지털化하기 위해서 的 代表的인 變調方式이며 1937年에 英國의 A.H.리-브스(Reeves)氏에 의해 發明된 것이다.

PCM에서는 標本化, 量子化, 符號化라는 3개의 基本操作을 거치면 時間軸上, 振幅軸上 다같이 離散化되어서 디지털信號가 얻어진다. 또, 디지털信號는 復號化, 補間濾波過程에 의해 ана로그信號로 復元된다.

(1) 標本化

時間的으로 連續한 信號로부터 離散的인 時間의 信號를 얻자면, 一定周期로 連續信號를 抽出하는 標本化(Sampling)이라는 操作이 使用되고 있다. 標本化에 의해 얻어진 連續的인 振幅分布를 가지는 標本值는 PAM(pulse amplitude modulation)信號라 부른다. 이 경우, 入力信號의 最高周波數를 f_0 라고 하면, $1/2f_0$ 以下의 時間間隔으로 標本化를 행하면, 이 標本值로부터 本來의 ана로그信號를 完全히 復元할 수가 있다. 이것은 標本化定量的 結果이다. 標本化信號를 帶域 f_0 의 理想低域濾波器에 加함으로써 本來의 ана로그信號를 얻을 수 있으며, 이 標本化의 逆의 操作을 補間濾波라 부른다. 標本化過程을

그림 5에서 표시한다.



$$S(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} S(kT) \frac{\sin \frac{\pi}{T}(t-kT)}{\frac{\pi}{T}(t-kT)}$$

T : 標本化周期 ($T \leq \frac{1}{2f_0}$)

그림 5 標本化 過程

標本化는 이와같이 時分割 多重化를 위해서도 必要함과 時에, 이미 설명한바 같이 애나로구信號의 디지털表現을 얻기 위함에서도 없어서는 안되는 操作이다. 以下에 이 標本化에 理論의 근거를 주는 Shannon의 標本化定理에 대해서 記述한다.

信號 $s(t)$ 가 帶域幅 $B(0 \sim B)$ 에 帶域制限되어 있으면 標本化周期 $T_s \leq 1/2B$ 마다 取해진 $s(t)$ 의 標本值로 부터 原信號 $s(t)$ 는 正確히 復元할 수 있으며, $s(t)$ 는 $1/2B$ 마다 取해진 標本值를 써서 다음과 같이 표현된다.

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} s\left(\frac{n}{2B}\right) \frac{\sin \pi(2Bt-n)}{\pi(2Bt-n)}$$

이것이 標本化定理이다. 이 定理의 意味하는 곳은 「 $B(\text{Hz})$ 以下에 帶域制限된 連結破形의 $1/2B$ 마다의 標本值列의 주어졌을 때, $B(\text{Hz})$ 以下の 周波數成分만을 포함하는 그런 補間의 方法은 단지 1가지만 있으며, 그것은 各標本值 $s(n/2B)$ 에 函數 $\sin \pi(2Bt-n)/\pi(2Bt-n)$ ($\sin 2\pi Bt/2\pi Bt$ 를 標本化函數라 말한다)을 곱하여

加算하는 일이다.」라는 것이다.

(2) 量子化

標本化에서 얻어진 PAM信號의 振幅值를 離散的인 值로 近似하는 操作을 量子化(quantization)라 한다. 이 量子化는 一種의 대충작업(또는 四捨五入作用이라해도 可)이기 때문에 原理적으로 量子化雜音이라 일컫는 近以誤差가 생긴다. 量子化에 있어서, 취할 수 있는 離散值의 間隔인 量子化 스텝이, 入力信號振幅의 全範圍에서 一定한 경우가 均一量子化, 入力信號振幅의 크기에 의해 量子化스텝을 變化시키는 경우가 非線形量子化이다. 非線形量子化에서는, 入力信號의 瞬時振幅의 確率密度分布에 着眼하여, 生起確率が高い 振幅(高振幅)에 對해서 量子化 스텝을 細分하고, 確率が 低한 振幅(低振幅) 範圍에서는 粗分하여 量子化함으로써 平均量子化雜音을 少量으로 할 수 있다. 이 非線形特性은 壓·縮·伸張(壓·伸)特性이라 불리우는데, 音聲信號에 對해서는 壓縮特性으로서 對數函數가 一般적으로 使用된다. 量子化過程과 量子化雜音의 發生狀況을 그림 6에 나타낸다.

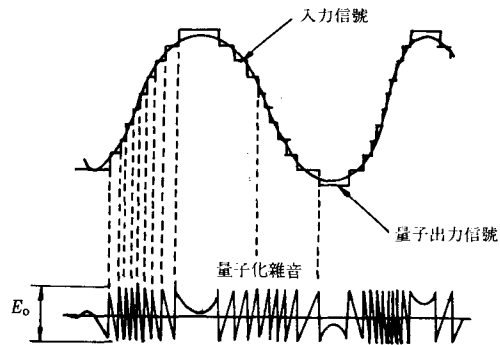


그림 6 量子化過程의 量子化 雜音

(3) 符號化

量子化에 의해 얻어진 離散的인 振幅值를 一定의 符號別로 變換하는 操作을 狹義로는 符號化(coding)이라 한다. 符號別의 代表的인 것은 2

進符號이며, 이 符號는 傳送系와의 適合性이 좋은 경우도 있어 一般으로 널리 使用되고 있다. 量子化레벨數가 2^n 의 경우에는, 2進符號는 n個의 符號의 組로 1개의 振幅值가 表現되게 된다. 2進符號에는, 自然 2進符號, 交番 2進符號, 折返2進符號등이 있으며, 目的에 의해 使用이

分別된다. 이以外에 3種類以上の 符號로 構成되는 多值符號가 使用되는 일도 있으며, 이 경우에는 1符號量의 情報量을 增大시킬 수 있다.

(參考文獻은 다음 號에 게재됨. 또 다음 4月號로 完了됨)

1991 年度 技術士 補修教育案內

國家技術資格法 第4條의 3 및 同法施行令 第12條의 5 規定에 의하여 實施하는 '91 年度 技術士 補修教育計劃을 아래와 같이 案內하오니 教育施行에 차질 없으시기 바랍니다.

— 아 래 —

1. 教育對象者 : 1) 1986 年度 資格取得 登錄者(第28回)
2) 1986 年度 補修教育履修者(第1-19回)
3) 1985 年度 補修教育 未履修者
2. 補修教育對象種目 및 教育機關

教育對象種目	教育申請期間	教育機關	受講申請書交付 및 接受處
技術士全種目(土木施工, 建築施工, 建設機械, 測地, 消防設備, 地域 및 都市計劃, 造景, 가스, 産業衛生管理技術士는 除外)	91. 4. 1 ~91. 5. 31	韓國技術士會 電話 : 566-5875 557-1352	江南區 驛三洞 635-4 (科學技術會館 401 號)
土木施工 建築施工 建設機械	91. 3. 12 ~91. 4. 18	建設技術教育院 電話 : (032)423-4901 435-4901~3	※ 교육대상자는 해당 교육 기관으로 문의하시기 바랍니다.
消防設備	91. 5. 1 ~91. 5. 31	韓國消防安全協會 電話 : 634-5081	
測地		大韓測量協會 電話 : 671-8939 671-0921	